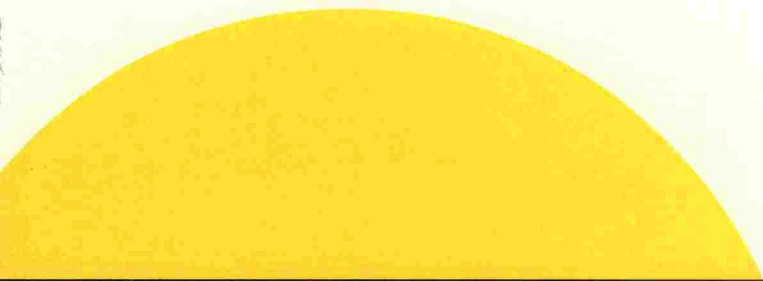


Siltatutkimuksen tiivistelmät 2000 - 2001

Abstracts of Bridge Studies 2000 - 2001

Tiehallinnon selvityksiä 55/2001



Siltatutkimuksen tiivistelmät 2000 - 2001
Abstracts of Bridge Studies 2000 - 2001

Tiehallinnon selvityksiä 55/2001

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-804-1
TIEH 3200701

Edita Oy
Helsinki 2001

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi



TIEHALLINTO
Siltayksikkö
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihde 0204 22 150

Asiasanat: Tiehallinto, sillat, tiivistelmät, tutkimustulokset

TIIVISTELMÄ

Tähän julkaisuun on koottu Tiehallinnon siltayksikön koordinoimien ja teettämien vuosina 2000 ja 2001 päättyneiden tutkimusten tiivistelmiä. Lisätietoja tutkimuksista saa tutkimusten vastuuhenkilöltä ja tutkijalta. Kaikkien Tiehallinnon vastuuhenkilöiden osoite on: Tiehallinto, Siltayksikkö, PL 33, 00521 HELSINKI ja sähköpostiosoite on muotoa: etunimi.sukunimi@tiehallinto.fi. Tutkimusaiheet ovat:

Kumibitumin ylikuumennustutkimus. Tutkimuksessa selvitettiin kolmen vedeneristyksen liimauskumibitumin ylikuumentamisen kestävyys, ylikuumentamisen vaikutus kumibitumin pehmenemispisteeseen ja palautumaan sekä aluskermin ja betonin väliseen tartuntaan.

Siltatyömaan betonin kosteuden mittausmenetelmät. Tutkimuksessa haettiin helpokäyttöisiä työmaaolosuhteisiin soveltuvia vaihtoehtoja nykyisin käytettyille siltakannen betonin kosteuden mittausmenetelmille.

Alumiinisten muottisiteiden käyttö. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin alumiinin soveltuvuus suomalaisten siltojen teräsbetonirakenteiden muottisidemateriaaliksi.

Purettavien siltojen tutkimukset. Kuntotutkimuksissa selvitettiin suolaraiskeiden vaikutus pilarien säilyvyyteen sekä betonin huokostuksen laatu paksuissa laatoissa.

Masuunikuonakohteiden kuntokartoitus. Tutkimuksessa selvitettiin vanhojen masuunikuonabetonisiltojen reunapalkkien kunto.

Itsetiivistyvä betoni. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin itsetiivistyvän betonin käyttömahdollisuudet sillanrakentamisessa.

Siltojen rakentamisen ja korjaamisen seuranta. Kuntotutkimuksin selvitettiin

- impregnoinnin vaikutusta betonipintojen säilyvyyteen,
- liikuntasaumalaitteettomien pitkien siltojen erityisvaatimuksia,
- liikuntasaumattomien vinojen siltojen erityisvaatimuksia,
- teräslevyliimausten toimivuutta siltojen vahventamisessa,
- betonirakenteiden maali- ja erikoispinnoitteiden toimivuutta betonirakenteiden suojauksessa sekä
- sillan levennysten toimivuutta.

Keywords: Finnish Road Administration, bridges, abstracts, research results

ABSTRACT

This publication compiles the abstracts of studies done in 2000 and 2001, coordinated and ordered by Finnra Bridge Engineering. Further information on the studies can be obtained from the person in charge at Finnra and the researcher of each study. The address of all people in charge of the study is: Finnra, Bridge Engineering, P.O. Box 33, FIN-00521 HELSINKI, FINLAND and the e-mail address is of the form forename.surname@tiehallinto.fi. The research subjects are:

Overheating study of polymer-modified bitumen. *Studies were done on the overheating resistance of three polymer-modified bitumens used for adhesive bonding of waterproofing, the effect of overheating on the softening point and recovery and on the adhesion between a lower waterproofing sheet membrane and concrete.*

Concrete moisture measurement methods for bridge construction sites. *This work explained the available methods and devices for measuring concrete moisture at bridge deck waterproofing sites that are easy to use, appropriate for site conditions and suitable as alternatives to present methods.*

Aluminous form ties. *A literature survey was done to determine the applicability of aluminum as form tie material in Finnish bridges.*

Condition survey of bridges to be demolished. *Studies were done on the durability of concrete and reinforcing bars in salt splash-exposed piers and the quality of air-entrainment in thick bridge slabs.*

Condition survey of old structures made of slag concrete. *The condition of edge beams made of slag concrete of three old bridges was studied.*

Self compacting concrete. *A literature survey was done on the possibilities to use self compacting concrete in bridge building.*

Construction and operation of bridges. *Condition surveys were carried out to study*

- *the effect of impregnation on durability of concrete surfaces,*
- *special requirements of long bridges without expansion joints,*
- *special requirements of skew bridges without expansion joint,*
- *the behaviour of bridges reinforced with glued steel plates,*
- *the behaviour of paints and special coatings on concrete structures and*
- *the effect of the widening bridges.*

ALKUSANAT

Tiehallinnon siltayksikkö koordinoi ja teettää tutkimuksia ulkopuolisilla konsulteilla kehittääkseen siltatuotannon ohjeistusta. Osa tutkimuksista on toteutettu useiden tahojen yhteisrahoituksella. Rahoittajina Tiehallinnon ohella ovat toimineet Ratahallintokeskus, Säteilyturvakeskus, Finnsementti Oy sekä Helsingin, Turun, Tampereen ja Espoon kaupungit.

Tutkimusraportit eivät yleensä ole julkaisuja, joten siltayksikkö on päättänyt ryhtyä julkaisemaan teettämiensä yleistä mielenkiintoa omaavien tutkimusten tiivistelmät. Nyt julkaistavat vuosina 2000 ja 2001 päättyneiden tutkimusten tiivistelmät aloittavat kerran vuodessa ilmestyvän julkaisusarjan.

Tämän julkaisun laadinnasta on vastannut DI Ossi Räsänen Tiehallinnosta. Konsulttina on toiminut tutkija Liisa Salparanta VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

Helsingissä syyskuussa 2001

Tiehallinto
Siltayksikkö

FOREWORD

The Bridge Engineering division of Finnra coordinates and orders research from consultants to develop the direction of bridge production. Some of the studies have been co-financed by several parties. In addition to Finnra the Finnish Rail Administration, STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority), Finnsementti Oy and cities of Helsinki, Tampere and Espoo have also financed the studies.

Research reports are generally not published. Therefore Bridge Engineering has decided to start publishing abstracts of the studies that are of general interest to others. This compilation of abstracts from studies done in 2000 and 2001 is the first in a new annual publication series.

Responsible for drafting this document is project manager Ossi Räsänen at Finnra. Research scientist Liisa Salparanta at VTT Building and Transport has served as a consultant.

Helsinki, September 2001

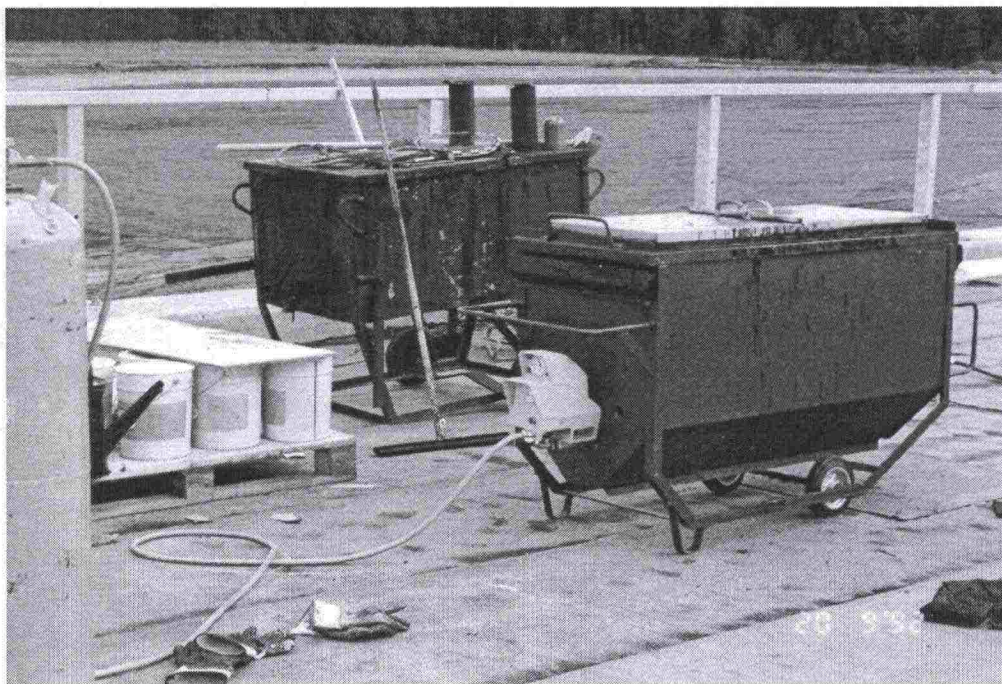
*Finnra
Bridge Engineering*

Sisältö - Contents

1	KUMIBITUMIN YLIKUUMENEMISTUTKIMUS - OVERHEATING STUDY OF POLYMER-MODIFIED BITUMEN	8
2	SILTATYÖMAAN BETONIN KOSTEUDEN MITTAUSMENETELMÄT - CONCRETE MOISTURE MEASUREMENT METHODS FOR BRIDGE CONSTRUCTION SITES	11
3	ALUMIINISTEN MUOTTISITEIDEN KÄYTTÖ - ALUMINOUS FORM TIES	14
4	PURETTAVIEN SILTOJEN TUTKIMUKSET - CONDITION SURVEY OF BRIDGES TO BE DEMOLISHED	17
5	MASUUNIKUONAKOHTOIDEN KUNTOKARTOITUS - CONDITION SURVEY OF OLD STRUCTURES MADE OF SLAG CONCRETE	20
6	ITSETIIIVISTYVÄ BETONI - SELF COMPACTING CONCRETE	23
7	SILTOJEN RAKENTAMISEN JA KORJAAMISEN SEURANTA - CONSTRUCTION OPERATION OF BRIDGES	26

1 KUMIBITUMIEN YLIKUUMENEMISTUTKIMUS

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Ryhmäpäällikkö Jouko Lämsä, puh. 0204 22 2624
Tutkija: Erikoistutkija Kyösti Laukkanen, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 4927, Kyosti.Laukkanen@vtt.fi
Raportti: **LAUKKANEN, Kyösti: Siltakansien pintarakennetutkimuksia 2000. Kumibitumin ylikuumennustutkimus.** Espoo 2000, VTT YHDYSKUNTATEKNIikka, Väylät ja ympäristö, tutkimusraportti 582.



Bitumin sulatuspata. (VTT)
Bitumen melting pot. (VTT)

Aiemmissa tutkimuksissa oli todettu, että siltakannen kermieristyksen vaurio kohdista otetut liimauskumibituminäytteet useissa tapauksissa eivät täyttäneet liimauskumibitumin pehmenemispisteen laatuvaatimusta. Ylikuumennus saattaa aiheuttaa kumibitumin laadunalitukset, koska se alentaa pehmenemispistettä ja palautumaa. Vähäisten pehmenemispiste- ja palautumamuutosten vaikutus kumibitumikerman tartuntaan ja kuplimisherkkyyteen ei ollut tiedossa. Eri valmistajien kumibitumien välillä oli todettu eroja kuuma- vanhennuksen kestävydessä.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kolmen vedeneristyksen liimauskumibitumin ylikuumennamisen kestävyys, ylikuumennamisen vaikutus kumibitumin pehmenemispisteeseen ja palautumaan sekä aluskermin ja betonin väliseen tartuntaan. Tutkimuksen toteutti vuonna 2000 VTT Yhdyskuntatekniikka yhteistyössä VTT Rakennustekniikan kanssa Tiehallinnon Siltayksikön toimeksiannosta. Tutkimuksen tulokset hyödynnetään Tiehallinnon Sillarakennuksen yleisten laatuvaatimusten (SYL 6) ja siltojen korjausohjeiden kehitystyössä.

Kaikki kolme tutkittua kumibitumia oli hyväksytty käytettäväksi kermin liimaus-bitumiksi Tielaitoksen silloilla. Kumibitumeja ylikuumennettiin suunnitelmallisesti laboratoriossa sekoittimella varustetussa padassa, joka oli sijoitettu lämpökaappiin.

Kumibitumien välillä todettiin merkittäviä eroja lämpösäilytyksen vaikutuksessa varastointikestävyyteen ja ylikuumentamisen vaikutuksessa kumibitumin pehmenemispisteeseen ja palautumaan. Yhden kumibitumin kuumankestävyys oli olennaisesti muita heikempi. Sen sijaan kermien tartuntaan ylikuumentamisen vaikutus oli suhteellisen vähäinen.

Toisen kumibitumin tartuntalujuus oli ennen kuumavanhennusta niin lähellä vaatimusrajaa, että vanhennuksen jälkeen se alitti tartuntavaatimuksen, vaikka kuumavanhennuksella ei ollut merkittävää vaikutusta sen pehmenemispisteeseen tai palautumaan.

Jos kumibitumin ominaisuudet muuttuvat työmaalla sulatuspadassa merkittävästi tai tavanomaisesta poikkeavalla tavalla, voi eristyksen pitkäaikaiskestävyys heikentyä. Siksi työmaalla säkistä otetun ja padasta otetun kumibituminäytteen pehmenemispisteiden erotukselle ja palautumien erotukselle olisi perusteltua asettaa enimmäisrajat.

Tutkitut kumibitumit alittivat uusien Asfalttinormien mukaiset kumibitumin varastointikestävyysskoheen (pinnan ja pohjan pehmenemispiste-eron) vaatimukset, joten varastointikestävyyssominaisuuksien osalta tulisi tehdä jatkoselvityksiä.

1 OVERHEATING STUDY OF POLYMER-MODIFIED BITUMEN

Person in charge in Finnra:
Researcher:

Group leader Jouko Lämsä, tel. +358 204 22 2624
Senior research scientist Kyösti Laukkanen, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 4927, Kyosti.Laukkanen@vtt.fi

Report:

LAUKKANEN, Kyösti: Bridge deck surface construction studies 2000. Overheating study of polymer-modified bitumen. Espoo 2000, VTT COMMUNITIES AND INFRASTRUCTURE, Research report 582.

It had been found in earlier studies that the softening point of polymer-modified bitumen adhesive samples taken from places of bridge deck sheet membrane waterproofing failure in many cases did not meet the requirements of bitumen adhesives. Overheating may cause defects in the quality of polymer-modified bitumen by lowering the softening point and recovery. The effect of minor changes of the softening point and recovery on adhesion and blistering sensitivity of polymer-modified bitumen sheet membranes was not known. Differences in heat-aging resistance between polymer-modified bitumens of different manufacturers had been found in earlier studies.

The aim of the study was to elucidate the overheating resistance of three polymer-modified bitumens used for adhesive bonding of waterproofing, and the effect of overheating on the softening point and recovery and on the adhesion between the lower waterproofing sheet membrane and the concrete. VTT Communities and Infrastructure and VTT Building Technology, as or

dered by the Finnish Road Administration (FINNRA) carried out the study in the year 2000. The results will be utilised in developing general bridge construction requirements and the repair specifications for bridge construction.

All of the three polymer-modified bitumens tested have been approved for use as bitumen adhesives of waterproofing sheet membranes on the bridges of FINNRA. The polymer-modified bitumens were overheated according to plan in a pot equipped with a mixer and placed in a laboratory heat cabinet.

Between distinct polymer-modified bitumens, remarkable differences in effect of the thermal ageing on storing resistance and in effect of the overheating on softening point and recovery were found. One polymer-modified bitumen had an essentially lower heat resistance than the others. Overheating had, on the other hand, a relatively minor effect on the adhesion of waterproofing.

For another polymer-modified bitumen the adhesion strength to concrete before heat aging was so close to the requirement that after the overheating it no longer met the adhesion requirements, although the heat aging did not have any significant effect on its softening point and recovery.

If the properties of a polymer-modified bitumen change significantly or in an unusual manner on site in the melting pot, the long-term properties of the waterproofing may decline. That is why, with reason, maximum allowed limits for the difference of softening point values and for the recovery values of polymer-modified bitumen samples taken on site from pot and sack should be established.

The polymer-modified bitumens tested did not meet the requirements for storage resistance (softening point difference between top and bottom) of the Finnish Asphalt Specifications, and therefore further studies of storage resistance properties should be performed.

2 SILTATYÖMAAN BETONIN KOSTEUDEN MITTAUSMENETELMÄT

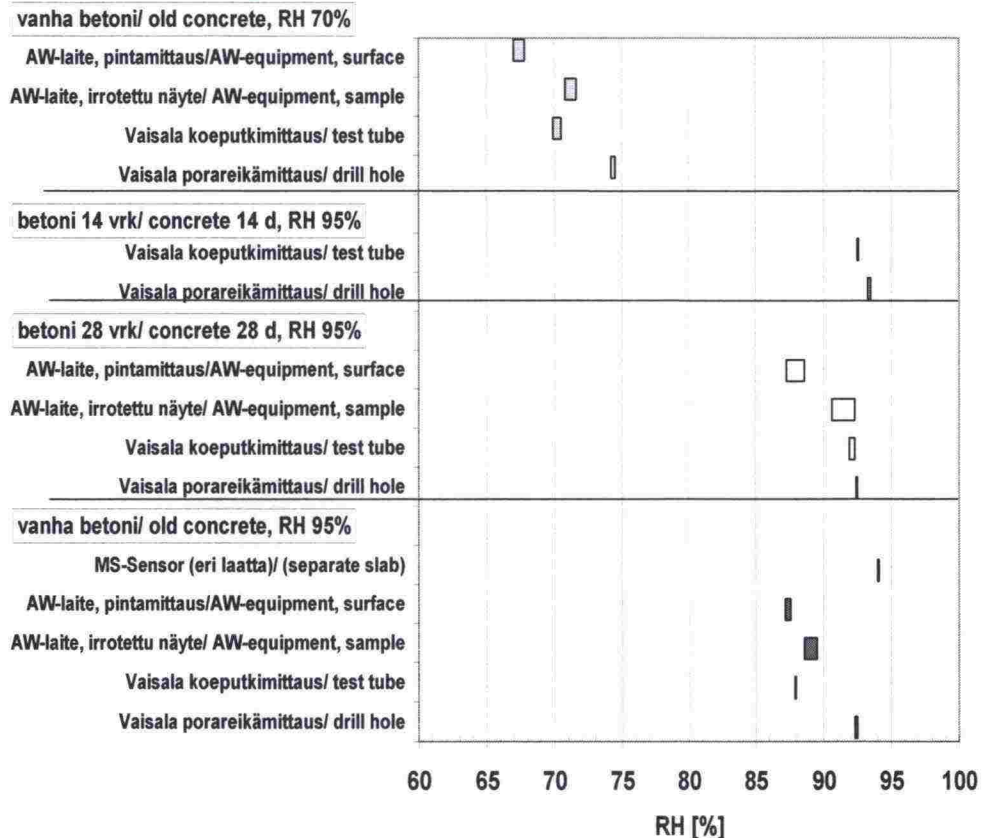
Vastuuhenkilö Tiehallinnossa:
Tutkija:

Raportti:

Ryhmäpäällikkö Jouko Lämsä , puh. 0204 22 2624

Erikoistutkija Kyösti Laukkanen, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 4927, Kyosti.Laukkanen@vtt.fi

LAUKKANEN, Kyösti: Siltatyömaan betonin kosteuden mittaamenetelmät. Espoo 2000, VTT YHDYSKUNTATEKNIikka, Väylät ja ympäristö, tutkimusraportti 548.



Eri menetelmillä mitattu betonin suhteellinen kosteus. (VTT)

Relative humidity of concrete according to different methods. (VTT)

Siltakannen liian korkea kosteus vaarantaa vedeneristystyön onnistumisen ja siksi kosteus tulee selvittää ennen eristystyön aloitusta. Tiehallinnon työmailla toistaiseksi käytetyt kosteuden mittaamenetelmät ovat suhteellisen kosteuden mittaaminen betonin poratusta reiästä ja absoluuttisen kosteuden määrittäminen kuivaamalla kannesta irrotettu näyte. Molemmat menetelmät ovat ainetta rikkovia, verrattain aikaa vieviä ja työläitä. Porareikämittaus on lisäksi altis mittausrvirheille ulko-olosuhteissa.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää saatavilla olevat siltakannen betonin kosteuden mittaamenetelmät tai laitteet, jotka olisivat helppokäyttöisiä ja soveltuisivat työmaaolosuhteisiin vaihtoehtoisiksi toistaiseksi käytetyille menetelmille. Lupaavimpia laitteita tuli verrata laboratoriossa.

Tutkimusperiaatteena oli tutkia eri vesipitoisuuden omaavien betoninäytteiden kosteus usealla eri menetelmällä ja verrata tuloksia sekä keskenään että vertailumenetelmän tuloksiin. Tutkimuksessa testattiin laboratoriossa 13 erilaista betonin kosteuden mittaustaitetta tai -menetelmää. Tutkittujen betonien ikä vaihteli välillä 2 viikkoa - 3,5 vuotta ja ne olivat kolmessa eri kosteustilassa välillä RH 70 - 95 %. Tutkimuksen on toteuttivat vuonna 2000 VTT Yhdyskuntateknikka ja VTT Rakennustekniikka Tiehallinnon Siltayksikön toimeksiannosta. Tutkimuksen tulokset hyödynnetään Tiehallinnon mittaustaitehankinnoissa sekä siltojen rakentamis- ja korjausohjeiden kehitystyössä.

Tutkimuksen avulla pystyttiin erottamaan laboratoriossa parhaiten tutkimusolosuhteissa toimineet menetelmät. Tutkimuksessa todettiin useiden mittaustaitteiden osalta, että ne eivät sovellu betonin kosteuden mittaamiseen riittävän tarkasti siltakannen betoneille tyypillisillä korkeilla kosteustasoilla.

Absoluuttisen kosteuden mittaamenetelmistä Tramex Concrete Moisture Encounterilla saatiin laboratoriossa parhaiten kuivatus-punnitus-menetelmän kanssa vertailukelpoisia tuloksia.

Suhteellisen kosteuden mittaamenetelmistä saatiin uudesta betonista irrotetuilla näytteillä Rotronicin AwVC-laitteella ja koeputkimenetelmällä käyttäen Vaisalan anturia suhteellisen hyvin porareikämittaamenetelmän tuloksia laboratoriossa vastaavia arvoja.

Tutkimustulos koskee vain käytettyjä vakioituja tutkimusolosuhteita, joihin eivät vaikuttaneet monet siltatyömaalla käytännössä esiintyvät muuttujat. Työmaalla kosteuden mittaus tuloksiin vaikuttavat esim. lämpötilan vaihtelut, sade, tuuli ja vanhassa sillassa mahdollisesti betonin sisältämät kloridit. Edellä mainittujen kolmen hyvin laboratoriokokeissa menestyneen menetelmän osalta ((Tramex Concrete Moisture Encounter, Rotronic AwVC ja koeputkimenetelmä) tutkimusta ja laitekokeilua tulisi jatkaa käytännön siltatyömaolosuhteissa ja verrata tuloksia nykyisin käytettäviin menetelmiin samoilla silloilla.

2 CONCRETE MOISTURE MEASUREMENT METHODS FOR BRIDGE CONSTRUCTION SITES

Person in charge in Finnra:
Researcher:

Group leader Jouko Lämsä, tel. +358 204 22 2624
Senior research scientist Kyösti Laukkanen, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 4927, Kyosti.Laukkanen@vtt.fi

Report:

LAUKKANEN, Kyösti: Concrete moisture measurement methods for bridge construction sites. Espoo 2000, COMMUNITIES AND INFRASTRUCTURE, Research report 548.

There is a risk of damages to waterproofing, if the moisture level in the bridge deck is too high during the laying works of waterproofing. Conventional methods of moisture measurement on bridge sites of the Finnish Road Administration comprise drying of concrete samples in oven and measuring of relative humidity in holes drilled into the bridge deck. Both methods are

destructive, relatively time-consuming and laborious. In addition, the drilled-hole method is susceptible to errors of measurement in the open air.

The aim of the study was to elucidate the available methods and devices for measuring concrete moisture at bridge deck waterproofing sites. These devices should be easy to use, appropriate for site conditions and they should be alternatives to present methods. The most promising methods were to be tested in the laboratory.

The research method was to measure moisture in several concrete samples of different moisture levels by using several measuring devices. The results were compared with each other and to results of the reference methods. In the study 13 different devices for moisture measurement in concrete were tested using concrete in three different moisture conditions within RH 70 - 95 %. The age of concrete varied between two weeks and 3,5 years.

VTT Communities and Infrastructure and VTT Building Technology, as ordered by the Finnish Road Administration, carried out the study in the year 2000. The results will be utilized in acquiring measuring devices and in developing specifications for bridge construction.

On the basis of the study it was possible to assort the devices which worked best in laboratory test conditions. Several of the tested devices were not applicable with an adequate accuracy to measurement of high moisture contents of concrete on bridge decks.

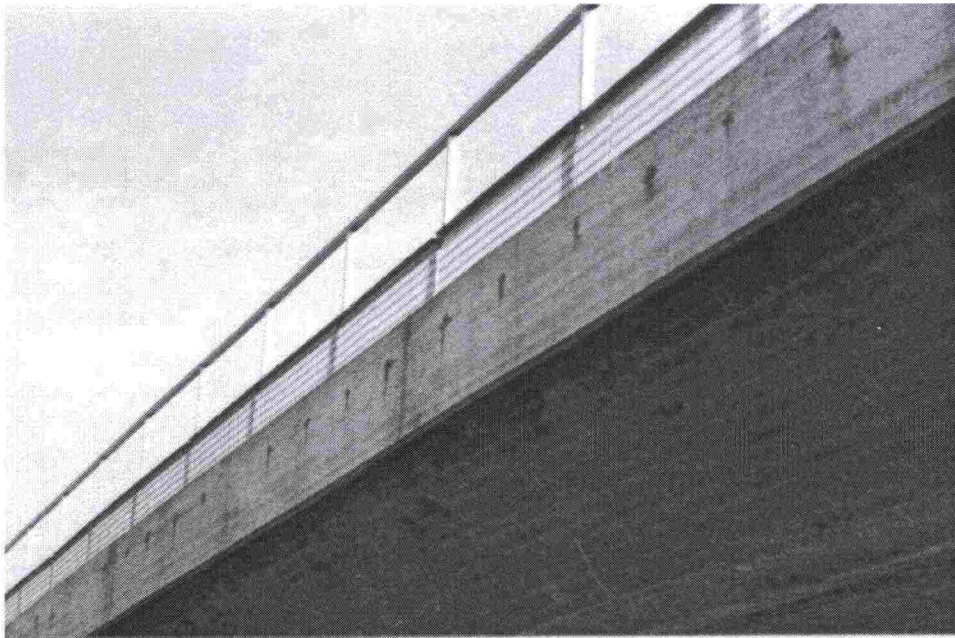
In laboratory measurements of the concrete moisture content by the NDT-method the Tramex Concrete Moisture Encounter gave results which were best comparable with the results of the oven drying method.

Among the test methods for moisture measurement based on relative humidity, a Rotronic AWVC device and a test tube method (using a Vaisala sensor) gave in 2-4 weeks old concrete slabs results, which were relatively close to the values measured in holes drilled in concrete.

These test results are valid only in the constant laboratory climate conditions used in the study. At a bridge site many variables (e.g. temperature changes, rain, wind and in old bridges possibly chlorides) will also affect the results. The study should be continued with the three methods thriven well in the laboratory (Tramex Concrete Moisture Encounter, Rotronic AWVC and the test tube method) at real bridge site climate conditions, and the results compared with the methods used currently on those bridges.

3 ALUMIINISTEN MUOTTISITEIDEN KÄYTTÖ

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Projektipäällikkö Ossi Räsänen, puh. 0204 22 2636
Tutkija: Tutkija Liisa Salparanta, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 6913, Liisa.Salparanta@vtt.fi
Raportti: KUKKO, Heikki & SALPARANTA, Liisa: **Alumiinisten muottisiteiden käyttö.** Espoo 11.12.2000, VTT RAKENNUS-TEKNIikka, tutkimuslaskutus nro RTE3891/00.



Korroosiotuotteiden valumajälkiä alumiinisten muottisiteiden päiden kohdalla. (Oy VR-Rata Ab)

Dripping of the corrosion products of aluminium form ties. (VR Cargo)

Toisin kuin tiettävästi missään muualla maailmassa Suomessa käytetään alumiinisia muottisiteitä. Vuoden 2000 aikana toteutetussa kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin alumiinin soveltuvuus suomalaisten siltojen teräsbetonirakenteiden muottisidemateriaaliksi.

Betonin voimakas emäksisyys aiheuttaa alumiinin korroosiota. Korroosio-reaktiossa vapautuu kaasumaista vetyä, joka aiheuttaa tuoreessa betonissa kaasukuplien hallitsematonta muodostumista, mikä lisää betonin läpäisevyyttä ja siten heikentää säilyvyyttä. Kovettuneessa betonissa korroosiotuotteiden kiteytymispaine voi vaurioittaa betonia jopa siinä määrin, että betoni-peite halkeaa ja lohkeaa. Alumiinin kaksinkertainen lämpölaajeneminen betoniin verrattuna lisää vaurioittavaa painetta. Sulfaattipitoisessa ympäristössä korroosiotuotteiden lisäksi kiteytymispainetta voi aiheutua alumiinista liukenevan metallin reagoiessa ettringiitiksi.

Suomessa siltojen teräsbetonirakenteet, joissa käytetään muottisiteitä pysyvät käytännöllisesti katsoen jatkuvasti niin kosteina, että alumiinin korrosio on aina mahdollista.

Mikäli side ulottuu rakenteen pintaan, korroosiotuotteiden valumajälkien muodostuminen kosteudelle alttiissa siltarakenteissa on väistämätöntä.

Betonirakenteessa olevat alumiinisiteiden kanssa sähköisessä yhteydessä olevat alumiinia jalommat metallit, esimerkiksi teräsraudoitteet, saavat alumiinin ansiosta katodisen suojauksen ja alumiini toimii uhrautuvana anodina. Alumiinia epäjalompien metallien, esimerkiksi sinkittyjen terästen sinkkipinnoitteen, korroosio kiihtyy. Kunkin metallin korroosio aiheuttaa omat seurausvaikutuksensa.

Alumiiniseos, EN AW 6082 T6, jota käytetään muottisidemateriaalina, on alumiiniseosten joukosta yksi soveltuvimmista. Kyseisestä seoksesta valmistetut rakenteeseen jäävät muottisiteet soveltuvat kohtalaisesti käytettäväksi siltojen teräsbetonirakenteissa, kun siteen päät katkaistaan riittävän etäällä rakenteen pinnasta ja katkaisukohta paikataan Tiehallinnon SILKO-hyväksytyllä polymeeripitoisella laastilla. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida antaa suositusta riittäväksi katkaisusyvyudeksi. Tankojen katkaisu rakenteen sisässä ja katkaisukohtien paikkaus hankaloittavat siteiden käyttöä huomattavasti. Kun raudoitusteräokset ovat sinkittyjä, alumiinisiteet saattavat edistää sinkkipinnoitteen korroosiota heikentäen raudoitteiden säilyvyyttä.

Rakenteeseen jääviä alumiinisiteitä parempi ratkaisu ovat kirjallisuuden perusteella rakenteeseen jäävät hiilikuitulujitteiset epoksimuoviset muottisiteet.

Teknisesti paras ratkaisu siltojen teräsbetonirakenteissa on rakenteesta poistettavat muovisen suojaputken sisässä olevat siteet, joiden päässä on poistettavat kartiot. Siteen rakenteeseen jättämä reikä täytetään laastilla.

3 ALUMINOUS FORM TIES

Person in charge in Finnra:
Researcher:

Project manager Ossi Räsänen, tel. +358 204 22 2636
Research scientist Liisa Salparanta, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 6913, Liisa.Salparanta@vtt.fi

Report:

KUKKO, Heikki & SALPARANTA, Liisa: *Aluminous form ties*. Espoo 11.12.2000, VTT BUILDING TECHNOLOGY, Research report RTE3891/00.

As far as is known aluminous form ties are used only in Finland. In the literature survey carried out in the year 2000 the applicability of aluminum as tie material in Finnish bridges was determined.

The high alkalinity of concrete causes corrosion of aluminum. In the corrosion reaction gaseous hydrogen is released causing uncontrolled formation of gas bubbles in fresh concrete. This leads to increased permeability and thus impaired durability of concrete. The crystallisation pressure of corrosion products may damage hardened concrete even to such extent that concrete cover cracks and spalls. The twofold thermal expansion of aluminum compared to concrete increases the damaging pressure. In sulphate containing environment also the reaction of dissolving metal to ettringite may cause crystallisation pressure.

In Finland the concrete structures in which aluminum form ties are used remain practically constantly humid enough to enable the corrosion of aluminum.

If the form tie extends to the surface of the bridge structure exposed to moisture the leaching of corrosion products on the surface is inevitable.

The metals with higher potential than aluminum, such as steel reinforcement, that are in galvanic contact with aluminum form ties in concrete structure, have cathodic protection, aluminum being sacrificial anode. The corrosion of metals with lower potential, such as the zinc alloy of galvanised steel, increases. The corrosion of each metal has its own consequences.

The aluminum alloy, EN AW 6082 T6, which is used as form tie material is one of the most suitable among aluminum alloys. This particular alloy is moderately suitable for stay-in-place form ties when the break-back depth is large enough and the cut off point is patched with polymer modified non-sag grout approved by Finnish road authorities. On the basis of this research no recommendation can be given of the cut depth. The cutting of the form ties away from the surface makes them considerably more cumbersome. Aluminum may increase the corrosion of the zinc layer of galvanised steel reinforcements.

On the basis of literature coal fiber reinforced epoxy is better material for stay-in-place form ties than aluminum.

Technically the best solution for the concrete structures of bridges is to use removable form ties encased in a plastic sleeve with removable cones. The hole in the structure left by removable form tie is filled with grout.

4 PURETTAVIEN SILTOJEN TUTKIMUKSET

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Projektipäällikkö Ossi Räsänen, puh. 0204 22 2636
Tutkija: Erikoistutkija Pertti Pitkänen, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi
Raportti: KUKKO, Heikki & PITKÄNEN, Pertti: Purettavien siltujen tutkimukset. Espoo 31.1.2001, VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka, tutkimuslaskutus nro RTE396/01.



Hyväkuntoinen risteys sillan pili. (VTT)
Column of an overbridge in good condition. (VTT)

Tavoitteena oli selvittää suolaraiskeiden vaikutusta sillan pilarien säilyvyyteen sekä betonin huokostuksen laatua paksuissa siltalaatoissa. Tutkimuksen kohteet olivat Kuljun, Palomäen ja Vanhakylän risteys sillat. Kuljun ja Palomäen sillat olivat 33 vuotta vanhoja ja Vanhakylän silta 17 vuotta vanha. Kuljun ja Palomäen risteys silloista tutkittiin pilareiden betonin ja raudoitteiden kuntoa. Kaikkien siltujen kansilaatoista tutkittiin myös huokostuksen laatua.

Pilarit olivat hyväkuntoiset. Betonin sideaineena on ollut karkearakeinen sementti, sementin määrä on ollut suuri ja betoni on hyvin tiivistetty. Pilarien betonin puristuslujuudet olivat korkeita. Puristuslujuustulosten keskiarvo oli yli 85 MN/m². Korkeasta lujuudesta johtuen pilarien betonissa ei ollut minikäänlaisia pakkasvaurioita huolimatta siitä, ettei betonia oltu huokostettu. Pilarien raudotteissa ei ollut korroosiota, mikä johtui betonipeitteen hyvästä betonin laadusta ja tiiveydestä sekä betonipeitteen paksuudesta. Palomäen risteys sillan pilareissa pienin betonipeitepaksuus oli 41 mm ja Kuljun risteys sillan pilareissa 18 mm. Pilarien betonin tiiveyden seurauksena karbonatisoitumisrintama oli edennyt vain 1 - 2 mm:n syvyydelle pinnasta.

Kansilaattojen betonit oli yleisesti hyvin tiivistetty. Huokostuksessa oli huomattavia vaihteluja. Ainoastaan Palomäen risteys sillan kansilaatan huokostus oli hyvälaatuinen. Kuljun risteys sillan kansilaatan alapinnan betoni oli huokostettu, mutta yläpinnan betonista ei voi sanoa oliko betoni huokostettu

vai ei. Vanhakylän risteys sillan kansilaatan toisessa päässä betoni oli huokostettu, mutta toisessa ei. Huokostetussa päässä huokostuksen määrä yläpinnassa oli noin puolet siitä mitä alapinnassa. Huokostuksen puutteista huolimatta ainoastaan Palomäen risteys sillan kansilaatasta yläpinnan näytteessä todettiin pakkasäröilyä.

Tulosten mukaan runsaasti suolatuilla teillä kloridipitoisuudet risteys siltojen pilareissa nousevat ajan kuluessa korkeiksi, ei ainoastaan suolaraiskeiden vaikutuksen kohteena olleissa betonipinnoissa, vaan myös suolaraiskeilta suojaossa olevissa betonipinnoissa. Suolatuilla teillä merkittävin käyttöikä rajoittava tekijä on pilariraudotteiden kloridien aiheuttama korroosio. Siksi suolatuilla tiellä risteys siltojen pilareissa tulisi käyttää korkealaatuista betonia. Pilarien sijaitessa lähellä ajoradan reunaa, tulisi harkita suuren tiiveyden omaavan korkealujuusbetonin käyttöä. Myös betonipeitepaksuuden kasvatamista 40-50 mm:iin ja ruostumattomien terästen käyttöä pilariraudotteina tulee harkita.

Korkealaatuisesta betonista valmistetussa pilarissa karbonatisoituminen ei ole pilarin käyttöikä rajoittava tekijä. Huokostuksen laatuun tulee kiinnittää betonoinnin yhteydessä jatkuvasti huomiota.

4 CONDITION SURVEY OF BRIDGES TO BE DEMOLISHED

Person in charge in Finnra:
Researcher:

Project manager Ossi Räsänen, tel. +358 204 22 2636
Senior research scientist Pertti Pitkänen, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi

Report:

KUKKO, Heikki & PITKÄNEN, Pertti: Condition survey of bridges to be demolished. Espoo 31.1.2001, VTT BUILDING AND TRANSPORT, Research report RTE396/01.

The aim of the research was to determine the durability of concrete and reinforcing bars in salt splash-exposed piers and the quality of air-entrainment in thick bridge slabs. The objects of the research were the Kulju, Palomäki and Vanhakylä overbridges. The Kulju and Palomäki overbridges were 33 years old and the Vanhakylä overbridge was 17 years old. The condition of concrete and reinforcing bars of the piers was studied from the Kulju and Palomäki overbridges. The quality of air-entrainment was studied from slabs of all bridges.

The piers were in good condition. The binder had been a coarse-grained cement, the quantity of the cement was high and the concrete was well compacted. The concrete strengths of the piers were high. The average concrete strength was higher than 85 MN/m². Because of the high strength there were no frost damages in the piers despite the concrete being non-air-entrained. The reason that no corrosion of the reinforcing bars in the piers was observed was due to the good quality, tightness and thickness of the concrete cover. The smallest concrete cover in the Palomäki overbridge piers was 41 mm and in the Kulju overbridge piers 18 mm. Due to the tightness concrete the carbonation front had penetrated only to the depth of 1 - 2 mm in the piers.

The concretes in the slabs were generally well compacted. In the air-entrainment there was considerable variations. Only in the slab of the Palomäki overbridge the air-entrainment was of good quality. In the slab of the Kulju overbridge the concrete in the lower surface was air-entrained but of the concrete in the upper surface it cannot be said whether the concrete was air-entrained or not. In one end of the Vanhakylä overbridge slab the concrete was air-entrained but not in the other end. In the air-entrained end the quantity of protective pores in the upper surface was about half of the quantity on the lower surface. Despite the deficiencies of air-entrainment, in only one sample from the top surface of the Palomäki overbridge were cracks caused by frost observed.

Based on the results the chloride contents on piers of heavily salted roads are increasing with time, not only on the surfaces exposed to the salt splash but also on the surfaces not directly exposed to the salt splash. The most important factor limiting the service life will be the chloride corrosion of the pier reinforcement. Therefore the concrete used in the piers of salted roads should be of high quality. When the piers are close to the roadway the use of high strength concrete should be considered. Also an increase in the concrete cover to 40-50 mm and the use of stainless steel as the reinforcement of piers should be considered.

The carbonation in the pier made of high quality concrete is not the limiting factor of the service life. There should also be continuous attention paid to the quality of the air-entrainment during concreting.

5 MASUUNIKUONAKOHTTEIDEN KUNTOKARTOITUS

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Projektipäällikkö Ossi Räsänen, puh. 0204 22 2636
Tutkija: Erikoistutkija Pertti Pitkänen, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi
Raportti: **KUKKO, Heikki & PITKÄNEN, Pertti: Masuunikuonakoh- teiden kuntokartoitus.** Espoo 9.2.2001, VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka, tutkimusselostus nro RTE320/01.



Masuunikuonabetonista valmistetun reunapalkin yläpinta. (VTT)
Upper surface of an edge beam made of slag concrete. (VTT)

Masuunikuonabetonin säilyvyysominaisuuksista on esitetty runsaasti epäilyjä. Ikääntyneiden masuunikuonabetonikohteiden pakkas-suolakestävyys on todettu heikentyneen laboratorio-olosuhteissa tehdyissä kokeissa. Epätavallisen nopeaa rapautumista on todettu myös muutamissa pakkas-suolara- sitetuissa rakenteissa, joissa on käytetty masuunikuonaa. Erääksi syyksi masuunikuonabetonin heikentyneeseen pakkasenkestävyyteen on tutkimuk- sissa todettu karbonatisoitumisesta johtuva huokosrakenteen karkeutumi- nen.

Käytännössä betonin pintaosien tiiveyteen ja karbonatisoitumisnopeuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten vesisementtisuhte ja erityisesti jälkihoito. Ajan kuluessa lisäksi masuunikuonan hydrataation jatkuminen tiivistää beto- nia. Onkin esitetty käsityksiä, että pitemmän ajan kuluessa ero pakkas-suol- lakestävyysmassa masuunikuonabetonin ja portlandsementtibetonin välillä pienenee.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vanhojen masuunikuonabetonisilto- jen nykyistä kuntoa. Tutkimuksen kohteena oli kolme siltaa, joista tutkittiin reunapalkkien betonin kuntoa.

Kaikkien tutkittujen siltojen pintaosissa todettiin paikoitellen runsaasti rapautumista ja muutamista kohti pinnasta oli irronnut tai irtoamassa betonia ohuina pinnan suuntaisina paloina. Harjavallan sillan reunapalkkien yläpinnassa muutamassa kohdassa alkuperäistä pintaa ei ollut jäljellä yhtään. Pinnan irtoaminen todettiin jo vuonna 1990 tehdyssä tutkimuksessa. Harjavallan sillan reunapalkeissa ei todettu pakkasvaurioita vuonna 1990 tehdyssä tutkimuksessa eikä tässä tutkimuksessa. Myöskään muiden tutkittujen siltojen betoneissa ei todettu pakkasvaurioita.

Tulosten perusteella pintojen rapautuminen ja irtoaminen johtuu pääasiassa puutteellisesta jälkihoidosta valmistusvaiheessa. Koska masuunikuonabetonin lujuudenkehitys varhaisvaiheessa on hidasta, on lujuudenkehityksen varmistamiseksi on huolehdittava siitä, että lämpötila rakenteen pintaosissa on tarpeeksi pitkään riittävän korkea ja lisäksi kosteuden haihtuminen pintaosista on estettävä.

Jäämerentien ja Kajaanintien siltojen reunapalkkien betoni on nykyisten pakkasenkestävälle betonille asetettujen kriteerien perusteella pakkasenkestävää. Harjavallan sillan reunapalkkien betonin pakkasenkestävyys vaihtelee. Tämä johtuu suojahuokosilmamäärän vaihtelusta.

Masuunikuonan hydrataatio jatkuu pitkään. Tämän seurauksena betonin lujuuden kasvu on huomattava vielä useita vuosia valmistuksen jälkeen. Harjavallan sillan reunapalkkien betonin lujuus on kasvanut noin 10 MN/m² kymmenessä vuodessa. Hydrataation jatkumisen seurauksena masuunikuonabetonin betonin tiiveys kasvaa ja pakkasenkestävyys paranee.

Kloridipitoisuudet siltojen reunapalkeissa olivat pieniä. Korkeimmat kloridipitoisuudet olivat Harjavallan sillan reunapalkkien pinnassa, jossa pitoisuudet olivat syvyydellä 0-20 mm pinnasta 0,04 ja 0,03 %.

Tutkituissa silloissa ei todettu betonipinnan alla pakkasvaurioita, joten betonien sisäinen rakenne on ollut riittävän pakkasenkestävä tähänastiselle pakkasrasitukselle. Koska todetut pintavauriot johtuvat valmistusvaiheessa tehdyistä virheistä eikä pakkasvaurioiden mahdollista osuutta niissä voitu havaita, ei tulosten perusteella voitu tehdä johtopäätöksiä masuunikuonabetonin suolapakkaskestävyydestä ja karbonatisoitumisen vaikutuksesta siihen.

5 CONDITION SURVEY OF OLD STRUCTURES MADE OF SLAG CONCRETE

Person in charge in Finnra:
Researcher:

Report:

Project manager Ossi Räsänen, tel. +358 204 22 2636
Senior research scientist Pertti Pitkänen, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi
KUKKO, Heikki & PITKÄNEN, Pertti: Condition survey of old structures made of slag concrete. Espoo 9.2.2001, VTT BUILDING AND TRANSPORT, Research report RTE320/01.

Plenty of doubt has been presented about the durability properties of slag concrete. The frost - salt durability properties of ageing slag concrete structures are observed to deteriorate in tests made in laboratory condition. Exceptional fast scaling caused by frost - salt attack has been observed also in

some structures, where slag concrete is used. The coarsening of the pore structure caused by carbonation is verified to be one reason for the weak frost - salt resistance of slag concrete.

In practice there are many factors that affect the tightness and rate of carbonation of concrete surfaces, like water-cement ratio and especially curing. Additionally with time the continuation of hydration makes the concrete tighter. Assumptions have been presented, which with time the difference in frost-salt resistance between slag concrete and Portland cement concrete decreases.

The purpose of this research was to study the present condition of old slag concrete bridges. The objects of the research were the condition of concrete edge beams of three bridges.

On the surfaces of all bridges studied there was partial weathering and on some parts of the surfaces thin flakes of concrete had or were scaling. On some parts of the edge beams of Harjavalta bridge there was no initial upper surface left. The scaling on the surfaces of edge beams of the Harjavalta Bridge was observed already in research made in the year 1990. Frost damage was not observed in the 1990 and this research. Also no frost damage was observed in his research concretes of other bridges.

According to the results the reason for the weathering and scaling of surfaces is mainly the inadequate curing during manufacturing. Because the strength development of slag concrete is well known slow, we must take care that the temperature at the surface sections is adequately high long enough and in addition the moisture loss must be prevented from the surfaces.

The concrete used in the edge beams of Jäämeri road and Kajaani road bridges is frost resistant according to existing criteria of frost resistance concrete. The frost resistance of edge beams of the Harjavalta Bridge fluctuates. The cause is the variation in the protective pore content.

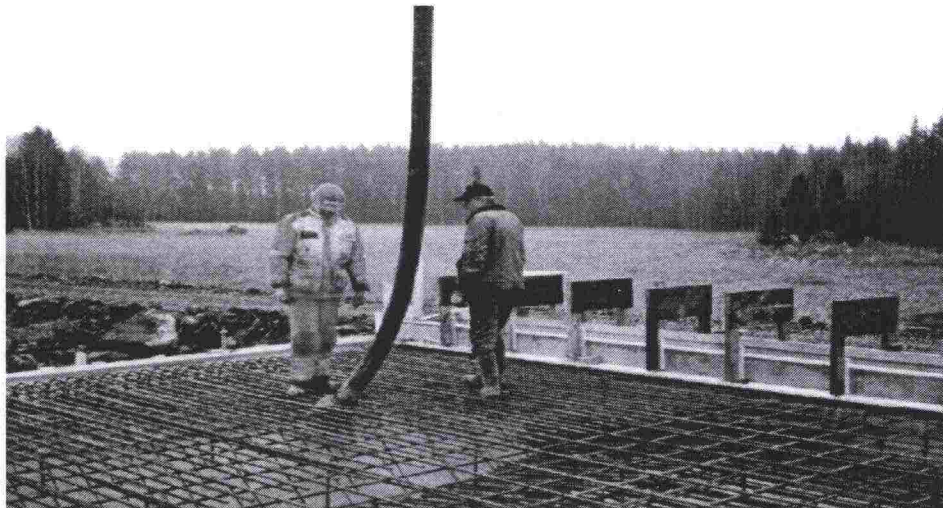
The hydration of slag concrete continues for long time. As a consequence the strength development takes a considerable long time after manufacturing. The strength of the edge beams concrete increased about 10 MN/m² during ten years. Because of the continuation of hydration, the tightness and frost resistance of slag concrete is increasing.

The chloride contents in edge beams were small. The highest chloride contents were in the edge beams of the Harjavalta bridge, the contents at 0-20 mm from surface were 0,04 and 0,03 %.

Because under the concrete surface of all the bridges studied no frost damage observed, the internal structure of the concretes has been frost resistance enough until now. Because the causes of damages observed were the consequence of faults made during manufacturing and no frost damage was currently observed, no conclusions concerning the frost resistance of slag concrete and how carbonation affects it can be drawn.

6 ITSETIIVISTYVÄ BETONI

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Projektipäällikkö Ossi Räsänen, puh. 0204 22 2636
Tutkija: Erikoistutkija Pertti Pitkanen, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, PL 1805, 02044 VTT. Puh. (09) 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi
Raportti: **PUNAKALLIO, Eero & PITKÄNEN, Pertti: Itsetiivistyvä betoni.** Espoo 19.6.2001, VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka, tutkimusselostus nro RTE2013/01.



Betonin valua ilman tiivistystä. (Åke Skarendahl)
Casting concrete without vibrating. (Åke Skarendahl)

Tutkimuksen tavoitteena on antaa kirjallisuuteen perustuen yleiskuva itsetiivistyvästä betonista ja sen käyttömahdollisuuksista sillanrakentamisessa. Tutkimuksessa on tarkasteltu sillan valmistamisen kannalta keskeisiä seikkoja, kuten itsetiivistyvän betonin valmistusta, kuljetusta, valua ja siltoja ajatellen keskeisiä itsetiivistyvän betonin ominaisuuksia.

Itsetiivistyvä betoni on betonia, joka tiivistyy painovoimaisesti ilman ulkopuolista tärytystä. Itsetiivistyvän betonin käyttö perustuu nk. kolmannen sukupolven notkistimiin. Itsetiivistyvän betonin kehittämisen lähtökohtana olivat Japanissa tiivistysvirheistä johtuvat säilyvyysongelmat. Lisäksi tavoitteena oli lisätä betonityön tuottavuutta ja parantaa työympäristöä.

Valmistuksen ja ominaisuuksien osalta on tarkasteltu lyhyesti itsetiivistyvän betonin valmistukseen käytettyjä materiaaleja, koostumuksen määrittämisen lähtökohtia, eroja koostumuksen määrittämisessä normaalibetoniin verrattuna ja yleisempiä menetelmiä koostumuksen varmistamiseksi. Koska tuoreen itsetiivistyvän betonin ominaisuudet voivat vaihdella ainoastaan määrättyissä rajoissa, betonin valmistukselle asetetaan suuret vaatimukset. Betonin valmistuksen osalta on tarkasteltu keskeisiä tuoreen itsetiivistyvän betonin ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä: runkoaineen kosteutta, osa-aineita ja sekoitusta.

Valun osalta on tarkasteltu tuoreen itsetiivistyvän betonin hyväksymistä valu-paikalla, menettelytapoja epättydyttävän betonin laadun korjaamiseksi, va-lussa esiintyviä eroja verrattuna normaalibetoniin ja virheitä aiheuttavia riski-tekijöitä. Itsetiivistyvän betonin valun osalta on useita lisätutkimuksia vaativia seikkoja, kuten esimerkiksi muottipaine ja yläpintojen käsittely. Lisäksi koke-mukset valuista kuumissa ja kylmissä olosuhteissa puuttuvat.

Kovettuneen itsetiivistyvän betonin ominaisuuksia ja kokemuksia betonin käytöstä on tarkasteltu lyhyesti.

Lopuksi on esitetty itsetiivistyvän betonin käyttöönoton mahdollistamiseksi tarkistuksia ja lisäyksiä Tiehallinnon ohjeeseen "Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet – SYL 3".

6 SELF COMPACTING CONCRETE

Person in charge in Finnra: Project manager Ossi Räsänen, tel. +358 204 22 2636
Researcher: Senior research scientist Pertti Pitkänen, VTT Building and transport, P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, FINLAND. Tel. +358 9 456 6916, Pertti.Pitkanen@vtt.fi
Report: **PUNAKALLIO, Eero & PITKÄNEN, Pertti: Self compacting concrete.** Espoo 19.6.2001, VTT BUILDING AND TRANSPORT, Research report RTE2013/01.

The aim of the research is to give a general picture of self-compacting concrete and the possibilities to use it in bridge constructions based on the literature. In the research basic topics concerning bridge constructions such as essential properties, manufacturing, transport and casting of self-compacting concrete are considered.

Self-compacting concrete is concrete that compacts due to gravitation without external vibration. The use of self-compacting concrete is based on third generation plasticizers. The basis of the development of self-compacting concrete in Japan was the durability problems caused by poor compaction. Additionally the aim was to increase the productivity of concreting and to make the working environment better.

Concerning the manufacturing and properties of self-compacting concrete, materials used in concrete manufacturing, basis of the mix design, differences in the mix design compared to conventional concrete and general methods used to verify the properties are considered. Strict demands are given to the quality of production, because the properties of fresh self-compacting concrete can have very little variation. Concerning the production of concrete, central factors affecting the properties of fresh self-compacting concrete such as aggregate moisture, constituents and mixing are considered.

Concerning casting, the acceptance of fresh self-compacting concrete at the construction site, methods to adjust the unsatisfactory quality of mix and differences in casting compared to the conventional concrete are considered. Further research is required concerning casting of self-compacting concrete such as form pressure and finishing of the top surface. Additionally, experiences of casting in hot and cold conditions are missing.

The properties of self-compacting concrete and experiences of using concrete are briefly discussed.

Adjustments and additions to the guide "General quality requirements for bridge building, Concrete structures-SYL 3" are presented to enable the use of self-compacting concrete in bridge constructions.

7 SILTOJEN RAKENTAMISEN JA KORJAAMISEN SEURANTA

Vastuuhenkilö Tiehallinnossa: Ryhmäpäällikkö Jouko Lämsä , puh. 0204 22 2624
Raportti: **Siltojen rakentamisen ja korjaamisen seuranta. Seuranta-raportti, osa 1.** Helsinki 2001. Tiehallinto, Siltayksikkö, Tiehallinnon selvityksiä 7/2001, ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-709-6, TIEH 3200645.



Sillan levennysosa (vasemmalla). (Tiehallinto)
Widening of a bridge (left). (Finnish Road Administration)

Tässä julkaisussa (osa 1) on käsitelty Tiehallinnon siltojen seurantaan ja korjaamiseen liittyen seuraavia osa-alueita:

Impregnoinnin vaikutus betonipintojen säilyvyyteen - vaikka impregnoinneista ei ole kulunut vielä kymmentäkään vuotta, saattoi silmämääräiselläkin havainnoinnilla nähdä selviä eroja eri aineiden kesken. Suolattavien teiden risteys-silloissa välitukien ja maatukien etumuurien pystypinnat pitäisi impregnoida systemaattisesti.

Liikuntasaumalaitteettomat pitkät sillat - silta voidaan suunnitella päällysteen kestävyys-suhteen tyydyttäväksi ilman liikuntasaumalaitetta tai massaliikuntasaumaa noin 35 m liikuntapituuteen asti, edellyttäen että asfalttiin tehdään saumaus ja sillassa on sopivassa syvyydessä sijaitsevat siirtymälaatat. Korkea päätypalkki ("puskuseinä") kannessa vaikuttaa edullisesti päällysteen kestävyys-suhteen sillan päissä. Kannen päätyjen saumojen korjauksesta on huolehdittava liikenneturvallisuuden varmistamiseksi.

Liikuntasaumattomat vinot sillat - tarkastettujen siltojen tapauksessa sillan vinoudesta ei ole aiheutunut merkittäviä erityisongelmia. Sillan vinoudesta aiheutuva kiertymä vaakatasossa on otettu huomioon sillansuunnittelun ohjeistuksessa 1970-luvulta lähtien.

Teräslevyliimauksin vahvennetut sillat - kokonaisuudessaan teräslevyjen liimaus on osoittautunut toimivaksi ja luotettavaksi vahventamismenetelmäksi. Teräslevyjen liimaus on vaativa tehtävä, jonka suunnitteluun ja toteutukseen on käytettävä asiaan perehtyneitä ja kokeneita erikoisasiantuntijoita.

Betonirakenteiden maali- ja erikoispinnoitteet - erikoispinnoitteet ovat pääosin osoittautuneet toimivaksi betonirakenteiden suojausmateriaaliksi, kun haetaan parannusta sekä rakenteen säilyvyyteen että ulkonäköön. Pinnoitustyössä on huolellisesti noudatettava tuotekohtaisia esikäsittely-, olo-suhde- ja työmenetelmäohjeita.

Levennetyt sillat - siltojen levennyksien voidaan todeta olevan pääosin onnistuneita. Hiipuman ja kutistuman aiheuttamaa kuorman siirtymistä uudelta sillalta vanhalle siltaosalle on voitu välttää tai vähentää valitsemalla oikea rakentamistapa ja levitystyyppi. Jälkivalukaistaa on syytä käyttää myös pystyrakenteissa kuten maatukien seinämissä ja kehien jaloissa.

Julkaisun tarkoituksena on antaa palautetta suunnittelijoille tehdyistä ratkaisuista. Käsiteltävät siltatarkastukset on suoritettu vuosina 1998 - 1999.

7 CONSTRUCTION AND OPERATION OF BRIDGES

Person in charge in Finnra:
Report:

Group manager Jouko Lämsä, tel. +358 204 22 2624
Construction and operation of Bridges. Survey, Part 1.
Helsinki 2001. Finnish Road Administration, Bridge Engineering, Finnra Reports 7/2001, ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-709-6, TIEH 3200645.

This study is about the structural behaviour and durability of bridges built, repaired and maintained by the Finnish Road Administration; In Part (1) the following issues are discussed:

Effect of impregnation on durability of concrete surfaces: *Although the bridges were treated by impregnation materials less than 10 years ago, even visual inspection reveals different effects by different treatments. Piers and -breast walls should be impregnated on overpass bridges, when thaw salt is spread on underpass roads in wintertime.*

Bridges without expansion joints: *As far as the road surface is concerned, a bridge can be adequately designed without joints for expansion lengths up to 35 m. In such cases, the pavement at the end of the bridge should be provided by an asphalt seam and there should also be an approach slabs at proper depth. High gable walls of superstructure are beneficial for the durability of asphalt. For traffic safety reasons, damages at the end of the bridge should be repaired as soon as possible.*

Skew bridges without expansion joints: *The bridges studied do not have damages due to the skewness of deck slabs. Earth pressure on the end face of the bridge superstructure may cause horizontal in-plane rigid-body rotations of bridges. However, this has been taken into consideration in the design guidelines by the Finnish Road Administration since 1970's.*

Bridges reinforced with glued steel plates: *The method is proven to be useful and reliable for strengthening. The gluing operation is demanding;*

only experienced specialists should be used both for the design and construction works.

Painted surfaces and special coatings of concrete structures: *Special coatings are used for improving the durability and visual appearance of concrete surfaces. The coatings studied are in most respects functional. Special attention shall be taken so that the preconditioning, environmental conditions and working methods are in accordance with the user's instructions of the product.*

Widened bridges: *For the bridges studied, the widening works have in most cases been successful. Creep and shrinkage will cause load redistribution from the new part of the bridge to the old part. This may be avoided or diminished by choosing the right working and widening method. Post-casted strips should be used even for vertical structures, like walls of abutments and legs of frames.*

The aim of the publication is to give feedback to bridge designers owing to the solutions and details employed. The bridge inspections used in this study were conducted in 1998 – 1999.

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-804-1
TIEH 3200701